

OBSERVATION OPTICAL SYSTEM

Publication Number: 07-333551 (JP 7333551 A) , December 22, 1995

Inventors:

- YAMAZAKI SHOICHI

Applicants

- CANON INC (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

Application Number: 06-130301 (JP 94130301) , June 13, 1994

International Class (IPC Edition 6):

- G02B-027/02
- H04N-005/64

JAPIO Class:

- 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS--- Optical Equipment)
- 44.6 (COMMUNICATION--- Television)

JAPIO Keywords:

- R011 (LIQUID CRYSTALS)

Abstract:

PURPOSE: To miniaturize and thin an observation optical system leading a beam of an original image to an eye ball of an observer through a reflection optical system by providing a curved surface having total reflection action in the reflection optical system.

CONSTITUTION: An original image, a picture, or the like is displayed on a display means 4. A beam from the display means 4 is made incident on a first optical member 3a first of all, and is totally reflected by the total reflection surface 1 of the eye side of the first optical member 3a, and is reflected by a concave mirror 2 constituted of a half mirror facing a concave surface to the observer to be led to the eye after transmitting through the total reflection surface 1. Thus, the observer confirms the video of the display means 4 while superimposing on an outer scene. At this time, by imparting optical power to the concave mirror 2 by an azimuth angle in particular, eccentric aberration occurring due to the fact that the concave mirror 2 itself is eccentric is removed sufficiently. Further, the aberration occurring in the concave mirror 2 is also corrected by imparting the curved surface to the total reflection surface 1.

JAPIO

© 2004 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.

Dialog® File Number 347 Accession Number 5040951

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-333551

(43)公開日 平成7年(1995)12月22日

(51)Int.Cl.^o

G 0 2 B 27/02
H 0 4 N 5/64

識別記号

Z
5 1 1 A

序内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数13 O.L (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平6-130301

(22)出願日

平成6年(1994)6月13日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 山▲崎▼ 章市

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

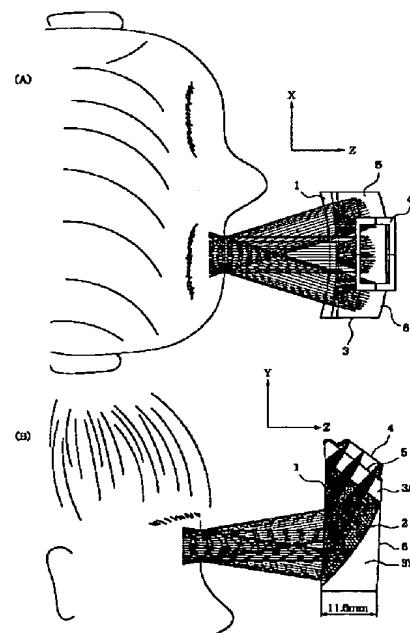
(74)代理人 弁理士 丸島 優一

(54)【発明の名称】観察光学系

(57)【要約】

【目的】LCD等のオリジナル画像を観察者の眼球へ導く観察光学系の小型化、薄型化を図ること。

【構成】オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、前記光を曲面にて眼球から離れる方向へ全反射させ、この全反射された光を反射面、特にアジムス角度の違いにより光学的パワーの異なる反射面で反射させ、前記曲線を透過させて眼球へ光を導くこと。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 オリジナル画像を反射光学系を介して観察者の眼球に光を導く観察光学系において、前記反射光学系中には全反射作用をする曲面を有することを特徴とする観察装置。

【請求項2】 前記曲面は、眼球直前にあることを特徴とする請求項1の観察装置。

【請求項3】 前記曲面は子線断面において負の屈折力を有することを特徴とする請求項1あるいは請求項2の観察装置。

【請求項4】 前記曲面は、アジャムス角度により光学的パワーが異なる面であることを特徴とする請求項1の観察装置。

【請求項5】 オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、前記光を曲面にて眼球から離れる方向へ全反射させ、全反射された光を反射面にて眼球側へ反射させ、前記曲面を透過させて眼球へ光を導くことを特徴とする観察光学系。

【請求項6】 前記曲面の面頂点における接線の目の光軸と垂直な線に対する角度を α とするとき

$$|\alpha| \leq 20^\circ$$

なる式を満足することを特徴とする請求項5の観察光学系。

【請求項7】 前記曲面は負の屈折力を有することを特徴とする請求項5の観察光学系。

【請求項8】 前記曲面はアジャムス角度により光学的パワーが異なる曲面であることを特徴とする請求項5の観察光学系。

【請求項9】 前記反射面はアジャムス角度により光学的パワーが異なる面であることを特徴とする請求項5の観察光学系。

【請求項10】 オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、前記光を全反射させる全反射面と、アジャムス角度により光学的パワーの異なる反射面を介して眼球へ光を導くことを特徴とする観察光学系。

【請求項11】 前記全反射面の面頂点における接線の目の光軸と垂直な線に対する角度を α とするとき

$$|\alpha| \leq 20^\circ$$

なる式を満足することを特徴とする請求項10の観察光学系。

【請求項12】 前記全反射面は子線断面において負の屈折力を有することを特徴とする請求項10の観察光学系。

【請求項13】 前記反射面はアジャムス角度により光学的パワーが異なる曲面であることを特徴とする請求項10の観察光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、観察光学系に関し、特にヘッドアップディスプレイやメガネ型ディスプレイと

2

称せられる装置に好適な光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、CRTやLCDを観察者の頭部近傍に配置し、CRT及びLCDが形成する像を観察できるようになした表示装置の提案がいくつかなされている。例えばUSP4081209号、USP4969724号、特開昭58-78116号公報、特開平2-297516号公報、特開平3-101709号公報がある。

10 【0003】 特開平3-101709号公報では原画像を再結像させる実像タイプの比較的見易い観察装置を開示している。しかしながら再結像させるための光学レンズを用いているためにかなりの大型化が余儀なくされている。

【0004】一方、USP4081209号、USP496972号、特開昭58-78116号公報、特開平2-297516号公報では見易さの点では若干劣るが小型化を図る上で有利な虚像を観察するタイプの観察装置を開示している。

【0005】

【発明が解決しようとする問題点】 後者のタイプの観察装置では、確かに実像タイプに比べ小型化を図るとはいえたまだ十分とはいえないかった。先の先行技術の中で比較的小型化を図っている例として特開昭58-78116号公報があげられるがやはり目の光軸方向の厚みが厚くなっていた。又、観察される像に光学的歪み、非点収差、コマ収差等の発生することが記載されている。

【0006】 本発明はかかる点に鑑みて小型、且つ薄型の観察光学系を提供することを目的とする。

30 【0007】 又、収差発生の少ない観察光学系の提供を目的とする。

【0008】 そしてかかる目的のもとで、本発明の特徴とするところは、オリジナル画像を反射光学系を介して観察者の眼球に光を導く観察光学系において、前記反射光学系中には全反射作用をする曲面を有すること、あるいは、オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、前記光を曲面にて眼球から離れる方向へ全反射させ、全反射された光を反射面にて眼球側へ反射させ、前記曲面を透過させて眼球へ光を導くようにしてあるいは、オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、前記光を全反射させる全反射面と、アジャムス角度により光学的パワーの異なる反射面を介して眼球へ光を導くことを特徴としている。

40 【0009】 他の特徴的な事項は以下に示す実施例に開示されている。

【0010】

【実施例】 まず図6をもとにして、本発明の基本となる表示光学系を説明する。4は、オリジナル画像となる文字や絵等の映像表示がなされる表示手段で、例えば公知の液晶(LCD)で構成される。3aは表示手段1から

の光を観察者の目へ導光させるための第1の光学部材、3 bは第2の光学部材である。表示手段4からの光はまず第1の光学部材3 aへ入射し、次に第1の光学部材の目側の全反射面1にて全反射されハーフミラーで構成される観察者凹面を向けた凹面ミラー2にて反射され先の全反射面2 aを透過して目へ導かれるようになってい

る。

【0011】この様子を図1に示す。図1(A)は頭部、(B)は側頭部からみた光路図を各々示す。

【0012】このように観察者は表示手段4の映像が外の風景にスーパーインポーズされて確認することが可能となる。本実施例ではスーパーインポーズ装置として示しているが単なる映像表示をみるだけの装置としてもよい。尚この時凹面ミラーは鏡となる。

【0013】本実施例では後述の実施例を含めてかかる構成の下で光学系の厚さが10mm~15mm程度で極めて薄い小型の表示装置を達成している。又、視野画角が水平方向で±16.8°程、垂直方向で±11.4°程と広角視野を達成している。

【0014】そしてこのような小型化、そして広角化を図り、良好に光学性能を図れたことの要因として本実施例では観察者側の面を全反射面として透過面として利用したこと、又凹面ミラー2 bを目の光軸に対してかなり偏心させたことがあげられるが、これに加えて後述の数値実施例で示す如く全反射面を曲面、特にアジムス角度により光学的パワーの異なる曲面としたこと、あるいはこの凹面ミラー2にアジムス角度により光学的パワーを与えたことの各々の要素が大きく寄与している。

【0015】特に凹面ミラー2にアジムス角度により光学的パワーを与えたことで、凹面ミラー自体が偏心していることにより発生する偏心収差を十分に取り除くようになることを可能とした。又、全反射面も同様に曲面を与えることで凹面ミラーで発生する収差を補正するよう

にしている。

【0016】さて今後光の折り畳み方向を母線方向、そしてこれと直交する方向を子線方向と呼ぶことにする。本実施例においては子線方向の画角を広くとるようにしているが、凹面ミラーが比較的強い正の屈折力を持っており収差が発生することになるがこの正のパワーにより発生する収差を、全反射面の子線断面において逆に負の光学的パワーを与えてこれを補正するよう

にしている。特に子線断面からみると、表示素子側、あるいは観察者の目側から光路をたどってみると順に負の屈折力、正の屈折力(凹面ミラー)、負の屈折力と各面がその作用を果すことになるので、対象型の屈折力配置となり諸収差を除去しやすいパワー配置を採用している。

【0017】そして目の光軸方向に対する厚さを短縮させることは、光学系3を立てるよう各要素を設定することが望ましく、具体的には図7を参照すると、全反射面1の面頂点における接線の、目の光軸と垂直な線に対す

る角度(チルト角)を α とするとき

$$|\alpha| \leq 20^\circ$$

を満たすとよい。この範囲を越えることにより光軸方向の厚さが厚くなり大型化してしまうことになる。又、風景に対して映像をスーパーインポーズする場合には光学部材の傾きが大きくなり風景自体に歪みを与えてくるので好ましくない。

【0018】そしてより好ましくは
 $-15^\circ \leq \alpha \leq 5^\circ$

10 10を満たすとよい。下限をこえると眼球の光軸と平行な方向で薄くできるが、歪みが大きくなる。上限をこえると眼球の光軸と平行な方向の厚さが厚くなり、プリズム全体重量が重くなり、好ましくない。

【0019】尚、本実施例では全反射面が眼球側に凹面を向いていることから、外側の光入射面6もこれと実質同形状の曲面を与えて、風景が歪まないようにしている。

【0020】さて、次に凹面ミラー2は目の光軸に対してかなり偏心しており、この面で偏心収差が発生することになる。しかしながらこの偏心収差を取り除くべく全反射面し、そして凹面ミラー2を前述した通りアジムス角度により曲率が異なる面(トーリック面、あるいはアナモフィック面)を採用してこれらの偏心収差を良好に抑えるように工夫している。そして望ましくはこれらの面に非球面(トーリック非球面、あるいはアナモフィック非球面)を採用し極めて良好な光学性能を得ている。

【0021】光線の折り畳み方向を母線方向(y方向)、これと垂直な方向を子線方向(x方向)とした時に、アジムス角度の違いにより光学的パワーを異ならしめるように各面を設定するようしているが、全系としてみた時各方向に対する近軸での焦点距離がほとんど一定、即ち母線方向断面、そして子線方向断面における各全系における近軸焦点距離を f_v 、 f_x とした時に

$$0.9 < |f_v| / |f_x| < 1.1$$

を満足させることが望ましい。

【0022】又、全反射面(あるいは透過面)または凹面ミラーは前述した通りアジムス角度の違いにより光学的パワーが異なるように設定して偏心収差を抑制するようになしたが、各面の母線方向断面、そして子線方向断面における近軸曲線半径を各々 r_v 、 r_x とした時に

$$|r_x| < |r_v|$$

を満たすようにするとよい。

【0023】本実施例では母線方向が折り畳み方向で、小型を図るためにこの方向に凹面ミラー2が大きくチルト(偏心)しているので、この母線方向に対して偏心収差が子線方向に比べて多く発生する。これに対して母線方向断面における光学的パワーを子線方向の断面におけるパワーより弱く、即ち母線方向の近軸曲率半径を条件式に示す通り長くし、母線方向の偏心収差の発生を抑制するよう

【0024】そして望ましくはこれらの曲率の関係を
 $|r_x/r_y| < 0.85$

を満たすように設定することが好ましい。この範囲を越えると偏心収差の発生が目立って大きくなってしまう。

【0025】尚、後で示す数値実施例2~4のように入射面5にアジムス角度の違いにより光学的パワーが異なる面を形成した時には先の条件式とは逆に

$$|r_x| > |r_y|$$

なる条件式を満たすことで偏心収差の発生を抑えることが可能となる。

【0026】そして更に収差を良好に補正するためには全反射面（あるいは透過面）1、そして凹面ミラー2の各々の子線方向断面における近軸曲率半径を r_{vz} 、 r_{xz} とした時、

$$-2.0 < 2f_v/r_{vz} < -0.1 \cdots (a)$$

$$-2.5 < 2f_v/r_{vz} < -0.5 \cdots (b)$$

なる条件の範囲で設定するとよい。

【0027】式(a)の下限を越えると子線方向の全反射面の曲率（負のパワー）がきつくなり、ディストーション補正が困難となる。式(b)の下限を越えると子線方向の凹面ミラーの曲率（正のパワー）がきつくなり非点収差補正が困難となる。一方、式(a)の上限を越える子線方向の全反射面の曲率が正のパワーを持つ方向になるので全反射条件を満たすことが困難となる。一方、式(b)の上限を越えると子線方向の凹面ミラーの正パワーが弱くなる方向で眼球の光軸と平行な方向の厚さが厚くなり大型化してしまい好ましくない。

【0028】又更に、母線方向の全系焦点距離を f_v 、全反射面の曲率半径を r_{vz} 、凹面ミラーの曲率半径を r_{xz} とした時

$$-1.0 < 2f_v/r_{vz} < 0 \cdots (c)$$

$$-2.5 < 2f_v/r_{vz} < -0.2 \cdots (d)$$

を満たすように設定するとよい。

【0029】式(c)の下限を越えると母線方向の全反射面の負のパワーが強くなり、偏心ディストーションの補正がむずかしくなる。式(d)の下限を越えると母線方向の凹ミラーの凸パワーが強くなり、偏心非点収差の発生が大きくなる。式(c)の上限を越えると母線方向の全反射条件とからむもので、これを越えると全反射条件を満たすことが困難となる。式(d)は、母子線方向凹面ミラーのパワーに関するもので、上限を越えるとパワーが弱くなるので、母線方向に全長が延び大型化する傾向となる。

【0030】以上の説明は全反射面（あるいは透過面）1、そして凹面ミラー2を曲率を中心にして説明したが、本実施例では凹面ミラー2は、眼球の光軸より母線方向(y方向)でオリジナル画像側(+)へ平行偏心している(図7)。こうすることにより、母線方向での偏心ディストーションをも小さく抑えている。

【0031】該平行偏心のシフト量(眼球の光軸から、

凹面ミラーの面頂点までの母線方向での距離)をEとすると(図7参照)

$$E \geq 2.5 \text{ mm}$$

を満たすよう平行偏心させることで、偏心ディストーションを抑制させることが可能となる。尚、後述する実施例1では、この偏心量Eの値が5.2mmとなっているが、他の実施例のようにこの量Eを大きくすることでより良好に収差補正を行うことが可能となりより望ましくは $E \geq 23 \text{ mm}$ とするといい。

- 10 【0032】次に入射面5に着目して説明すると、図7に示す通り母線方向での表示手段であるオリジナル画像面と入射面のなす角度 β を
- $$5^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$$

を満たすように設定するとよい。下限を下回ると入射平面とオリジナル画像面が平行に近くなるので、眼球の光軸と平行な方向でオリジナル画像が厚くなり好ましくない。逆に上限を越えるとオリジナル画像が、眼球の光軸と平行な方向に対し垂直となる。

- 【0033】本実施例においては、オリジナル画像を照明するのに不図示であるが、バックライトまたダイレクトな自然光照明を使うことを想定している。ここでオリジナル画像が、前述したように該光軸に対し垂直になると、ダイレクトな自然光照明を考えた際、どうしても自然光が効率よく得られにくくなってしまって、反射光学系によって得られる虚像の像が暗くなってしまう。従って本実施例では自然光の強い昼などは自然光照明として、自然光のない夜などはバックライト照明と外の明るさを検知して、自然光照明及びバックライト照明を選択的に使用している。

- 30 【0034】ところで、オリジナル画像が形成される表示手段4には液晶表示素子(LCD)を使用することにより装置全体の小型を図っているが、この時オリジナル画像の画像中心の光軸とオリジナル画像を射出する射出光の主光線(眼球を絞りとした時の絞り中心光束)のなす角度を γ (図7参照)は
- $$|\gamma| \leq 10^\circ$$

を満たすとよい。これはオリジナル画像面を液晶デバイスを使用する時に必要な条件である。一般的に液晶は見える視野角度が狭いため液晶に斜めに入射し、射出するような光は消滅してしまう。そこで液晶面に対し光をできるだけ垂直に入射、射出させなければ明るい虚像は得られない。そこでこの条件式を満たすことで十分な明るい像が観察されるようになる。

- 【0035】さて、図2、図3、図4、図5は各々以下に示す数値実施例1、2、3、4の光学断面図を示している。図2では凹面ミラーと全反射面ともにトーリック非球面を使用している。図3は凹面ミラー、全反射面、光入射面全てにアナモフィック非球面を使用している。図4、図5でも全ての面にアナモフィック非球面を使用している。

【0036】尚、図3～図5に対応する数値実施例2～4ではより良好な収差補正を達成するために入射面5にも曲率を持たせている。

【0037】又、本実施例において光学部材として全てアクリルを使用しているが、ガラス材を用いてよいことは言うまでもない。

$$z = \frac{y^2/r_n}{1+\sqrt{1-(1+k_i)(y/r_n)^2}} + A_i y^4 + B_i y^6 + C_i y^8 + D_i y^{10}$$

(iは面の番号)

AA Lの定義式は、

【0041】

※【外2】

※

$$\begin{aligned} z &= \frac{y^2/r_n+x^2/r_n}{1+\sqrt{1-((1+k_n)(y/r_n)^2+(1+k_n)(x/r_n)^2)}} \\ &+ AR_i \{(1+AP_i)y^2 + (1-AP_i)x^2\}^2 + BR_i \{(1+BP_i)y^2 + (1-BP_i)x^2\}^3 \\ &+ CR_i \{(1+CP_i)y^2 + (1-CP_i)x^2\}^4 + DR_i \{(1+DP_i)y^2 + (1-DP_i)x^2\}^5 \end{aligned}$$

(iは面の番号)

である。

【0042】各A_i、B_i…は各々非球面係数である。

【0043】尚、以下に示す実施例では、少なくとも全反射面にアジムス角度によって屈折力が異なる面を採用

20 したが、この面を回転対象型球面あるいは非球面で構成することも可能である。

【0044】

【外3】

実施例1

r_{ss} [mm] (母線曲率半径)	r_{st} [mm] (子線曲率半径)	y, z (面頂点座標)	(母線方向チルト角度°)
---------------------------	---------------------------	-----------------	--------------

i=1	∞	(0, 0)	0
2	-548.019	-74.077	(-0.05, 19.80) T A L 0
3	-57.595	-40.526	(5.10, 29.14) T A L -22
4	-548.019	-74.077	(-0.05, 19.80) T A L 0
5	∞	(18.58, 28.07)	68.90
6	∞	(21.38, 29.15)	51.17

プリズム内

K _s , K _t (TAL2, 4)	A _s , A _t 613.869	B _s , B _t -0.473E-5	C _s , C _t 0.326E-7	D _s , D _t -0.940E-10	0.991E-13
--	--	--	---	---	-----------

K _s (TAL3)	A _s -1.360	B _s 0.345E-5	C _s -0.301E-7	D _s 0.944E-10	-0.113E-12
--------------------------	--------------------------	----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	------------

(プリズム d 線屈折率)	1.49171	(母線焦点距離)	f _r 21.07mm
(プリズム d 線アッペ数)	57.4	(子線焦点距離)	f _x 21.86mm

(数値データ)

$$\alpha = -1.8^\circ$$

$$E = 5.2\text{mm}$$

$$|f_r/f_x| = 0.96$$

$$\gamma = 1.36$$

$$|r_s/r_r| = 0.7$$

$$\beta = 17.7$$

$$2f_s/r_s = -0.59$$

$$2f_s/r_t = -1.08$$

$$2f_r/r_s = -0.08$$

$$2f_r/r_t = 0.73$$

実施例2

r_{α} [mm] r_{β} [mm] y, z
 (母線曲率半径) (子線曲率半径) (面頂点座標) (母線方向チルト角度°)

i=1	∞	(0, 0)			0	
2	-2158.074	-32.224	(0.60, 19.83)	AAL	-10.55	プリズム内
3	-63.157	-32.870	(34.76, 30.90)	AAL	15.81	
4	-2158.074	-32.224	(0.60, 19.83)	AAL	-10.55	
5	72.108	1049.744	(14.82, 29.00)	AAL	53.74	
6	∞		(17.03, 30.62)		42.91	

(AAL2, 4)	$K_{rt,4}$	$K_{xt,4}$	$AR_{z,4}$	$BR_{z,4}$	$CR_{z,4}$	$DR_{z,4}$
	-13763.5	-3.896	-0.170E-4	0.401E-7	-0.154E-9	0.223E-12
				AP _{z,4}	BP _{z,4}	CP _{z,4}
				-0.245	0.416E-1	0.870E-1
					DP _{z,4}	

(AAL3)	K_{rt}	K_{xt}	AR_z	BR_z	CR_z	DR_z
	1.238	0.279	-0.317E-5	0.248E-8	-0.179E-11	0.608E-15
				AP _z	BP _z	CP _z
				0.249	0.327E-2	-0.192E-1
					DP _z	

(AAL5)	K_{rt}	K_{xt}	AR_z	BR_z	CR_z	DR_z
	6.285	-1.33E-8	-0.114E-4	-0.402E-8	0.113E-8	-0.411E-10
				AP _z	BP _z	CP _z
				0.273E1	0.155E1	0.160E1
					DP _z	

$$\begin{array}{ll} \left(\text{プリズム } d \text{ 線屈折率} \right) & 1.49171 \\ \left(\text{プリズム } d \text{ 線アッベ数} \right) & 57.4 \end{array} \quad \begin{array}{l} \left(\text{母線焦点距離} \right) \\ \left(\text{子線焦点距離} \right) \end{array} \quad \begin{array}{l} f_y = 23.20 \text{ mm} \\ f_x = 24.09 \text{ mm} \end{array}$$

(数値データ)

$$\begin{array}{lll} \alpha = -10.5^\circ & 2f_y/r_{\alpha} = -1.5 & 2f_y/r_{\beta} = -0.73 \\ |f_y/f_x| = 0.96 & 2f_x/r_{\alpha} = -1.47 & E = 34.1 \text{ mm} \\ r_{\alpha}/r_{\beta} = 0.52 & 2f_x/r_{\beta} = -0.02 & \gamma = 0.23^\circ \\ & & \beta = 10.8^\circ \end{array}$$

実施例3

r_n [mm] (母線曲率半径)	r_d [mm] (子線曲率半径)	y, z (面頂点座標)	(母線方向チルト角度°) (母線方向チルト角度°)
i=1 ∞		(0, 0)	0
2 -3945.723	-49.792 (3.665, 20.415)	AAL	0.04
3 -67.136	-38.803 (36.403, 32.01)	AAL	14.60
4 -3945.723	-49.792 (3.665, 20.415)	AAL	0.04
5 123.302	843.030 (19.610, 28.357)	AAL	61.72
6 ∞	(22.402, 29.859)		52.54
 (AAL2, 4)			
K _{z1,4} 7202.73	K _{x1,4} -7.709	AR _{z1,4} -0.142E-7	BR _{z1,4} 0.379E-7
		AP _{z1,4} -0.183	BP _{z1,4} 0.710E-1
			CP _{z1,4} 0.514E-1
			DP _{z1,4} 0.201E-1
 (AAL3)			
K _{y3} 1.066	K _{x3} 0.193	AR _{z3} -0.222E-5	BR _{z3} 0.321E-8
		AP _{z3} 0.390	BP _{z3} 0.586E-1
			CP _{z3} -0.185E-1
			DP _{z3} -0.222E-1
 (AAL5)			
K _{y5} -85.544	K _{x5} -916252	AR _{z5} -0.913E-6	BR _{z5} -0.204E-9
		AP _{z5} 0.989E1	BP _{z5} 0.128E1
			CP _{z5} 0.128E2
			DP _{z5} -0.952E-1
 (プリズムd線屈折率)		1.49171	 (母線焦点距離)
(プリズムd線アッペ数)		57.4	 (子線焦点距離)
 (数値データ)			
$\alpha = 0.05^\circ$	$2f_z/r_n = -0.95$	$2f_z/r_y = -0.71$	
$ f_z/f_x = 1.0$	$2f_z/r_n = -1.22$	$E = 25.6\text{mm}$	
$ r_z/r_y = 0.58$	$2f_z/r_n = -0.01$	$\gamma = 1.97^\circ$	
		$\beta = 15.5^\circ$	

実施例4

r_n (mm) (母線曲率半径)	r_d (mm) (子線曲率半径)	y, z (面頂点座標)	(母線方向チルト角度°) (AAL)			
i=1	∞	(0, 0)	0	AAL	0	プリズム内
2	-3752.581	(2.85, 23.13)	14.15		0	
3	-66.938	(36.37, 34.72)	69.84		0	
4	-3752.581	(2.85, 23.13)	51.20		0	
5	306.125	(18.59, 31.48)				
6	∞	(21.46, 32.54)				
<hr/>						
(AAL2, 4)		K_{rs} , 4 -33820.5	K_{rd} , 4 -11.350	AR_s , 4 -0.144E-4	BR_s , 4 0.398E-7	CR_s , 4 -0.153E-9
					DR_s , 4 0.201E-12	
				AP_s , 4 -0.152	BP_s , 4 0.730E-1	CP_s , 4 0.494E-1
					DP_s , 4 0.255E-1	
<hr/>						
(AAL3)		K_{rs} 1.063	K_{rd} 0.127	AR_s -0.225E-5	BR_s 0.316E-8	CR_s -0.188E-11
					DR_s 0.474E-15	
				AP_s 0.372	BP_s 0.568E-1	CP_s -0.168E-1
					DP_s -0.208E-1	
<hr/>						
(AAL5)		K_{rs} 745.334	K_{rd} -651374	AR_s -0.656E-6	BR_s 0.124E-6	CR_s 0.474E-12
						DR_s -0.972E-11
				AP_s 0.837E1	BP_s -0.273	CP_s 0.563E1
						DP_s -0.538
<hr/>		$(\text{プリズム} d \text{線屈折率})$		1.49171	(母線焦点距離)	
		$(\text{プリズム} d \text{線アッベ数})$		57.4	$f_y = 23.09 \text{ mm}$	
		(子線焦点距離)			$f_x = 23.09 \text{ mm}$	

数値データ

$$\begin{array}{lll} \alpha = 0^\circ & 2f_s/r_n = -0.91 & 2f_s/r_n = -0.69 \\ |f_y/f_x| = 1.0 & 2f_s/r_n = -1.19 & B = 33.5 \text{ mm} \\ |r_s/r_r| = 0.58 & 2f_s/r_n = -0.01 & \gamma = 1.52^\circ \\ & & \beta = 18.6^\circ \end{array}$$

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、水平画角±16.8°、垂直画角±11.4°と広視野画角（高拡大倍率）で、眼球の光軸と平行な方向で約10mm～15mmと極端に薄いメガネ型ディスプレイを開発できた。しかも明るく良好な光学性能を得ることができる。また凹面ミラーを半透過面として風景を歪ませることなく、この風景に対して明るいオリジナル画像の虚像をスーパーインポーズすることが可能となる。

【0049】また本発明広視野画角に設定したが、もう

40 すこし狭視野画角に設定して、本発明を使用すれば厚さはもっと薄くすることが可能となる。というのは本発明の厚さは、画角の広さにより決まつくるものであるからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に関する観察光学系における光路を示す図。

【図2】本発明に関する数値実施例1の観察光学系における断面及び光路を示す図。

【図3】本発明に関する数値実施例2の観察光学系における断面及び光路を示す図。

50

【図4】本発明に関する数値実施例3の観察光学系における断面及び光路を示す図。

【図5】本発明に関する数値実施例4の観察光学系における断面及び光路を示す図。

【図6】本発明に関する観察光学系の基礎となる光学断面図。

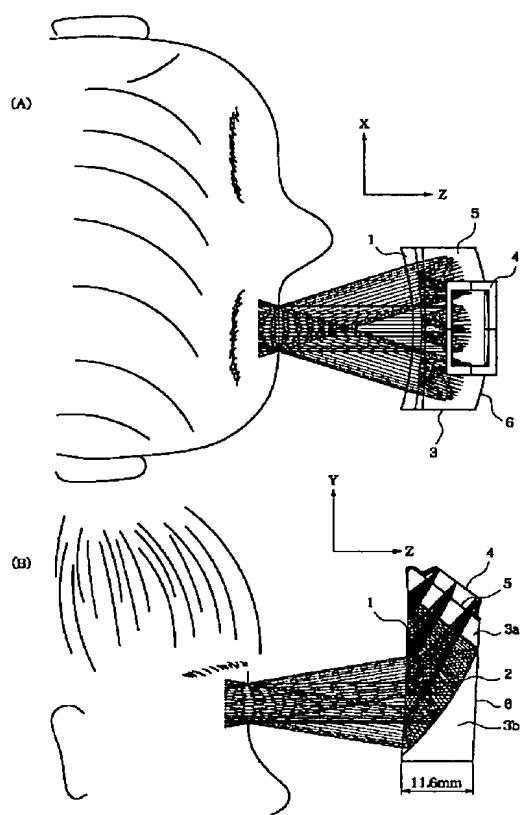
【図7】本発明に関する観察光学系の基礎となる光学断面図。

*面図。

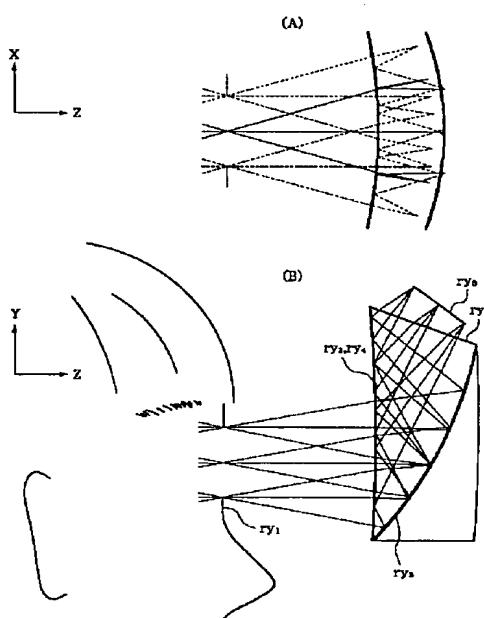
【符号の説明】

- 1 全反射面（あるいは透過面）
- 2 凹面ミラー
- 5 入射面
- 4 オリジナル画像を形成する表示手段

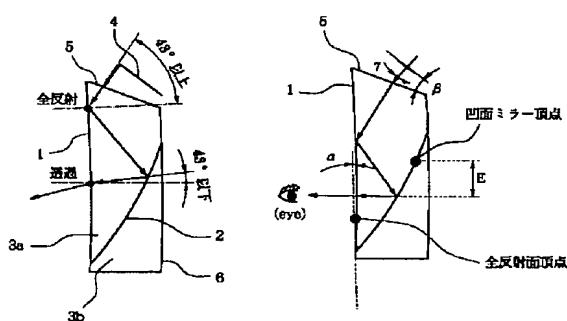
【図1】



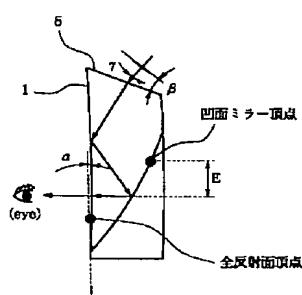
【図2】



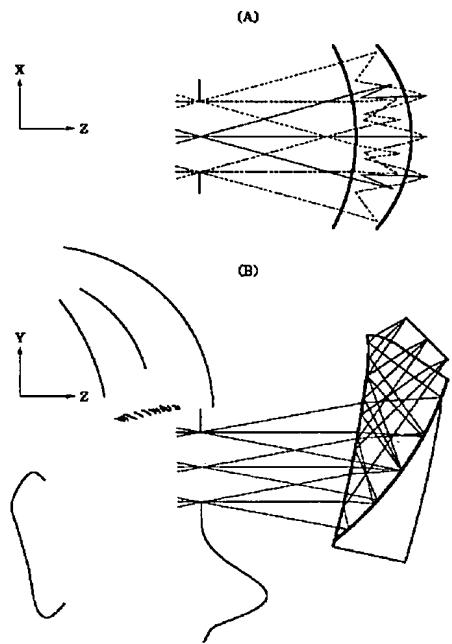
【図6】



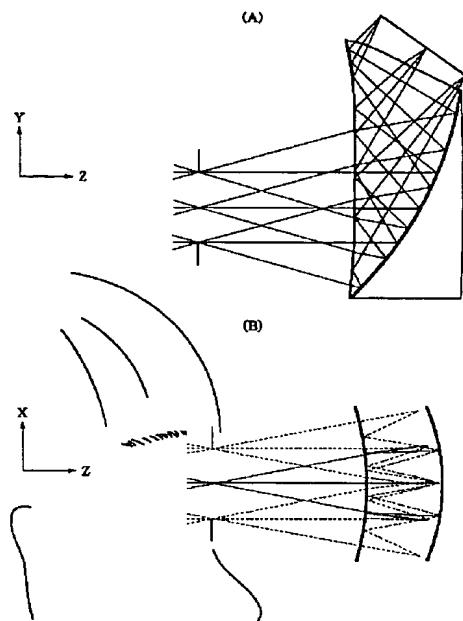
【図7】



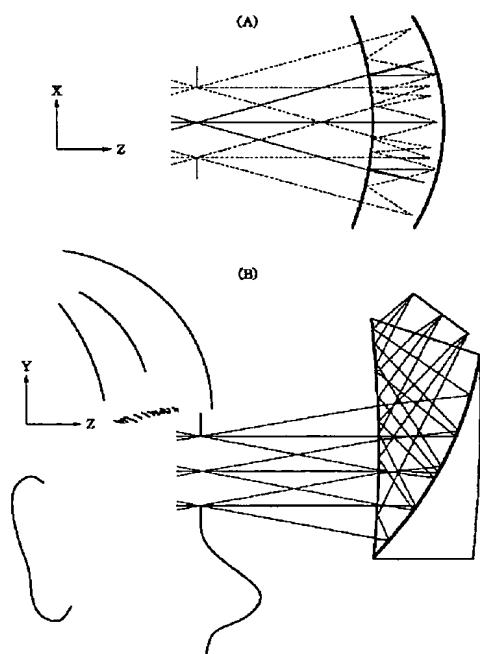
【図3】



【図4】



【図5】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
【部門区分】第6部門第2区分
【発行日】平成11年(1999)12月14日

【公開番号】特開平7-333551
【公開日】平成7年(1995)12月22日
【年通号数】公開特許公報7-3336
【出願番号】特願平6-130301
【国際特許分類第6版】
G02B 27/02
H04N 5/64 511
【F1】
G02B 27/02 Z
H04N 5/64 511 A

【手続補正書】
【提出日】平成10年9月30日
【手続補正1】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】特許請求の範囲
【補正方法】変更
【補正内容】
【特許請求の範囲】
【請求項1】 オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、光路中、光を全反射する第1の曲面と、該第1の曲面で全反射される光を折り畳む第2の曲面を備え、前記第1の曲面を透過する光路を有することを特徴とする観察光学系。
【請求項2】 前記第1の曲面は子線断面において負の光学的パワーを有することを特徴とする請求項1の観察光学系。
【請求項3】 前記第1の曲面は子線断面において負の光学的パワーを有し、かつ前記第2の曲面は光を折り畳む凹面ミラー面である請求項1の観察光学系。
【請求項4】 全系としてみた時、各方向に対する近軸での焦点距離がほとんど一定である請求項1の観察光学系。
【請求項5】 前記第1の曲面はアジムス角度により光学的パワーが異なる曲面であることを特徴とする請求項1の観察光学系。
【請求項6】 前記第2の曲面はアジムス角度により光学的パワーが異なることを特徴とする請求項1の観察光学系。
【請求項7】 前記第1の曲面、前記第2の曲面は各々アジムス角度により光学的パワーが異なることを特徴とする請求項1の観察光学系。
【請求項8】 前記第1の曲面と前記第2の曲面はブリズム内の面として形成される請求項1の観察光学系。
【請求項9】 前記第1の曲面は、眼球直前にあることを特徴とする請求項1の観察光学系。

【請求項10】 前記第1の曲面の面頂点における接線の目の光軸と垂直な線に対する角度を α とするとき $|\alpha| \leq 20^\circ$ なる式を満足することを特徴とする請求項1の観察光学系。

【請求項11】 前記観察光学系の厚さが10mm~15mmである請求項1の観察光学系。

【請求項12】 前記第2の曲面が、外側の風景の光入射面である請求項1の観察光学系。

【請求項13】 前記観察光学系がメガネ型である請求項1の観察光学系。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0014
【補正方法】変更
【補正内容】

【0014】そしてこのような小型化、そして広角化を図り、良好に光学性能を図れたことの要因として本実施例では観察者側の面を全反射面として透過面として利用したこと、又凹面ミラー2を目の光軸に対してかなり偏心させたことがあげられるが、これに加えて後述の数値実施例で示す如く全反射面を曲面、特にアジムス角度により光学的パワーの異なる曲面としたこと、あるいはこの凹面ミラー2にアジムス角度により光学的パワーを与えたことの各々の要素が大きく寄与している。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0016
【補正方法】変更
【補正内容】

【0016】さて今後光の折り畳み方向を母線方向、そしてこれと直交する方向を子線方向と呼ぶこととする。本実施例においては子線方向の画角を広くとるようにしているが、凹面ミラーが比較的強い正の屈折力を持っており収差が発生することになるがこの正のパワーにより

発生する収差を、全反射面の子線断面において逆に負の光学的パワーを与えてこれを補正するようしている。特に子線断面からみると、表示累子側、あるいは観察者の目側から光路をたどってみると順に負の屈折力、正の屈折力（凹面ミラー）、負の屈折力と各面がその作用を果すことになるので、対称型の屈折力配置となり諸収差を除去しやすいパワー配置を採用している。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正内容】

【0022】又、全反射面（あるいは透過面）または凹面ミラーは前述した通りアジムス角度の違いにより光学的パワーが異なるように設定して偏心収差を抑制するようになしたが、各面の母線方向断面、そして子線方向断面における近軸曲率半径を各々 r_v 、 r_x とした時に

$$|r_x| < |r_v|$$

を満たすようにするとよい。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0043

* 【補正方法】変更

【補正内容】

【0043】尚、以下に示す実施例では、少なくとも全反射面にアジムス角度によって屈折力が異なる面を採用したが、この面を回転対称型球面あるいは非球面で構成することも可能である。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0048
【補正方法】変更

【補正内容】

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、水平画角 $\pm 16.8^\circ$ 、垂直画角 $\pm 11.4^\circ$ と広視野画角（高拡大倍率）で、眼球の光軸と平行な方向で約 10 mm～15 mm と極端に薄いメガネ型ディスプレイを開発できた。しかも明るく良好な光学性能を得ることができる。また凹面ミラーを半透過面として風景を歪ませることなく、この風景に対して明るいオリジナル画像の虚像をスーパーインポーズすることが可能となる。

*

【手続補正書】

【提出日】平成10年12月2日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、光路中、光を全反射する第1の曲面と、該第1の曲面で全反射される光を反射する第2の曲面を備え、前記第1の曲面を透過する光路を有することを特徴とする観察光学系。

【請求項2】 前記第1の曲面は子線断面において負の光学的パワーを有することを特徴とする請求項1の観察光学系。

【請求項3】 前記第1の曲面は子線断面において負の光学的パワーを有し、かつ前記第2の曲面は光を反射する凹面ミラー面である請求項1の観察光学系。

【請求項4】 全系としてみた時、各方向に対する近軸での焦点距離がほとんど一定である請求項1の観察光学系。

【請求項5】 前記第1の曲面はアジムス角度により光学的パワーが異なる曲面であることを特徴とする請求項1の観察光学系。

【請求項6】 前記第2の曲面はアジムス角度により光

学的パワーが異なることを特徴とする請求項1の観察光学系。

【請求項7】 前記第1の曲面、前記第2の曲面は各々アジムス角度により光学的パワーが異なることを特徴とする請求項1の観察光学系。

【請求項8】 前記第1の曲面と前記第2の曲面はプリズム内の面として形成される請求項1の観察光学系。

【請求項9】 前記第1の曲面は、眼球直前にあることを特徴とする請求項1の観察光学系。

【請求項10】 前記第1の曲面の面頂点における接線の目の光軸と垂直な線に対する角度を α とするとき
 $|\alpha| \leq 20^\circ$

なる式を満足することを特徴とする請求項1の観察光学系。

【請求項11】 前記観察光学系の厚さが 10 mm～15 mm である請求項1の観察光学系。

【請求項12】 前記第2の曲面が、外側の風景の光入射面である請求項1の観察光学系。

【請求項13】 前記観察光学系がメガネ型である請求項1の観察光学系。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0004
【補正方法】変更
【補正内容】

【0004】一方、U.S.P. 4,081,209号、U.S.P. 4,969,724号、特開昭58-78116号公報、特開平2-297516号公報では見易さの点では若干劣るが小型化を図る上で有利な虚像を観察するタイプの観察装置を開示している。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】そしてかかる目的のもとで、本発明は、オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、光路中、光を全反射する第1の曲面と、該第1の曲面で全反射される光を反射する第2の曲面を備え、前記第1の曲面を透過する光路を有することを特徴としている。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】

【実施例】まず図6をもとにして、本発明の基本となる表示光学系を説明する。4は、オリジナル画像となる文字や絵等の映像表示がなされる表示手段で、例えば公知の液晶（LCD）で構成される。3aは表示手段4からの光を観察者の目へ導光させるための第1の光学部材、3bは第2の光学部材である。表示手段4からの光はまず第1の光学部材3aへ入射し、次に第1の光学部材の目側の全反射面1にて全反射されハーフミラーで構成される観察者凹面を向けた凹面ミラー2にて反射され先の全反射面2aを透過して目へ導かれるようになってい る。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】そしてこのような小型化、そして広角化を図り、良好に光学性能を図れたことの要因として本実施例では観察者側の面を全反射面として透過面として利用したこと、又凹面ミラー2を目の光軸に対してかなり偏心させたことがあげられるが、これに加えて後述の数値実施例で示す如く全反射面を曲面、特にアジムス角度に

より光学的パワーの異なる曲面としたこと、あるいはこの凹面ミラー2にアジムス角度により異なる光学的パワーを与えたことの各々の要素が大きく寄与している。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】特に凹面ミラー2にアジムス角度により異なる光学的パワーを与えたことで、凹面ミラー自身が偏心していることにより発生する偏心収差を十分に取り除くようにすることを可能とした。又、全反射面も同様に曲面を与えることで凹面ミラーで発生する収差を補正するようしている。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正内容】

【0023】本実施例では母線方向が折り畳み方向で、小型化を図るためにこの方向に凹面ミラー2が大きくチルト（偏心）しているので、この母線方向に対して偏心収差が子線方向に比べて多く発生する。これに対して母線方向断面における光学的パワーを子線方向の断面におけるパワーより弱く、即ち母線方向の近軸曲率半径を条件式に示す通り長くし、母線方向の偏心収差の発生を抑制するようしている。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正内容】

【0029】式(c)の下限を越えると母線方向の全反射面の負のパワーが強くなり、偏心ディストーションの補正がむずかしくなる。式(d)の下限を越えると母線方向の凹ミラーの凸パワーが強くなり、偏心非点収差の発生が大きくなる。式(c)の上限を越えると母線方向の全反射条件とからむもので、これを越えると全反射条件を満たすことが困難となる。式(d)は、母線方向の凹面ミラーのパワーに関するもので、上限を越えるとパワーが弱くなるので、母線方向に全長が伸び大型化する傾向となる。